

007979  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

103 36 035.2

**Anmeldetag:**

01. August 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Endress + Hauser Wetzer GmbH + Co KG,  
87481 Nesselwang/DE

**Bezeichnung:**

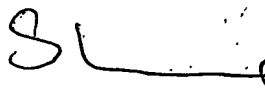
Verfahren zur automatischen Anpassung eines bus-  
fähigen Feldgerätes der Prozessautomatisierungs-  
technik an das auf dem Feldbus verwendete BÜspro-  
tokoll

**IPC:**

G 05 B 19/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 21. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

  
Stemme

**Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen  
Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an  
das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes an das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll.

In der Prozessautomatisierungstechnik werden vielfach Feldgeräte eingesetzt, die zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessvariablen dienen.

- 10 Beispiele für derartige Feldgeräte sind Füllstandsmessgeräte, Massendurchflussmessgeräte, Druck- und Temperaturmessgeräte, pH-Redoxpotential-Messgeräte, Leitfähigkeitsmessgeräte etc., die als Sensoren die entsprechenden Prozessvariablen Füllstand, Durchfluss, Druck, Temperatur, pH-Wert bzw. Leitfähigkeitswert erfassen.

- 15 Neben derartigen Messgeräten sind auch Systeme bekannt, die neben der reinen Messwerterfassung auch weitere Aufgaben erfüllen. Zu nennen sind hier insbesondere Elektrodenreinigungssysteme, Kalibriersysteme sowie Probenehmer.

- 20 Ebenfalls als Feldgeräte werden Ein-/Ausgangseingabeeinheiten, sogenannte Remote I/Os bezeichnet.

- 25 Zur Beeinflussung von Prozessvariablen dienen Aktoren, die z. B. als Ventile den Durchfluss einer Flüssigkeit an einem Rohrleitungsabschnitt steuern oder die als Pumpen den Füllstand in einem Behälter verändern.

Eine Vielzahl solcher Feldgeräte wird von der Firma Endress + Hauser hergestellt und vertrieben.

- 30 Häufig sind Feldgeräte mit Feldbussystemen (Profibus, Foundation Fieldbus, etc.) verbunden, die einen digitalen Datenaustausch zwischen den Feldgeräten und übergeordneten Einheiten z.B. Leitsystemen oder Steuereinheiten ermöglichen.

Diese übergeordneten Einheiten dienen hauptsächlich zur Prozesssteuerung und zur Prozessüberwachung.

Für die Prozesssteuerung und Prozessüberwachung ist es von großer Wichtigkeit, dass der Datenaustausch über das Feldbussystem sicher und zuverlässig erfolgt. Ausgetauscht werden Daten über den Feldbus in Form von Telegrammen (Frames), die einen ganz bestimmten nach dem verwendeten Busprotokoll vorgeschriebenen Aufbau haben. Die Nutzdaten sind entsprechend dem jeweiligen Busprotokoll in eine Reihe von Steuer- und Kontrollsequenzen eingepackt.

Bei den heutigen Feldbussystemen werden unterschiedliche Busprotokolle eingesetzt. Sehr verbreitet in der Prozessautomatisierungswelt sind Profibus PA und Foundation Fieldbus H1 Feldbussysteme.

Das Protokoll (Data Link Layer) von Profibus PA ist in der Norm EN50170 näher beschrieben. Die Foundation Fieldbus Spezifikationen sind in den öffentlich zugänglichen „Foundation Fieldbus Technical Specifications“ zusammengefasst.

Bereits bei der Herstellung der Feldgeräte müssen Feldgeräte an das jeweilige Feldbussystem angepasst werden. Hierzu wird ein entsprechendes Feldbus Stapelprogramm (Feldbus-Stack) im Feldgerät implementiert. Aufgabe des Feldbus-Stacks ist es, die Nutzdaten aus den über den Feldbus gesendeten Telegrammen zu gewinnen und an die jeweilige im Feldgerät laufende Anwendung zur Weiterverarbeitung weiterzuleiten.

Stacks für die verschiedenen Feldbussysteme werden z.B. von der Fa. TMG-itec oder Fa. Softing AG geliefert. Der Speicherbedarf für einen Profibus PA Stack liegt bei etwa 50 kB und für einen Foundation Fieldbus FF-Stack bei 250 kB.

Ist im Feldgerät ein spezieller Feldbus-Stack implementiert, z.B. ein Profibus-Stack, so kann dieses Feldgerät nur in einem Profibus Feldbussystem eingesetzt werden. Eine Verwendung in einem Foundation Fieldbus Feldbussystem oder anderen Systemen ist nicht möglich.

Für den Hersteller von Feldgeräten bedeutet dies eine aufwendige und kostenintensive Produktion, da verschiedene Produktionslinien für Feldgeräte mit unterschiedlichen Feldbus-Stacks notwendig sind.

- 5 Auch auf Seite der Anwender ergeben sich Probleme durch die Vielfalt der möglichen Feldbussysteme. Vorhandene Feldgeräte können an einem anderen Bus nicht eingesetzt werden. Ein Wechsel von einem Feldbussystem auf ein anderes ist aufgrund des notwendigen Aufwands quasi unmöglich.

- 10 Aus dem Stand der Technik sind deshalb bereits verschiedene Verfahren zur Anpassung von Feldgeräten an Feldbussysteme bekannt. Diese aus den Druckschriften DE 198 47 701 C2 bzw. WO 03/039098 bekannten Verfahren analysieren jeweils die Telegramme, die über den Feldbus gesendet werden, nach bestimmten für das jeweilige Protokoll charakteristischen Eigenschaften.

- 15 Hierzu müssen die Feldbusprotokolle im Vorfeld aufwendig nach charakteristischen Eigenschaften untersucht werden und diese charakteristischen Eigenschaften, in Programme mit entsprechenden Abfragenroutinen umgesetzt werden, die dann in den Feldgeräten abgespeichert werden müssen.

- 20 Diese Verfahren sind in der Regel nur für zwei vorgegebene Feldbusprotokolle geeignet. Auch ist die Anpassung dieser Verfahren an ein neue Busprotokolle relativ aufwendig.

- 25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb ein Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an das auf dem Feldbus verwendete Protokoll anzugeben, das einfach und kostengünstig durchführbar ist und das im Prinzip für beliebige Protokolle geeignet ist.

- 30 Gelöst wird diese Aufgabe durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren.

Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, Telegramme vom Feldbus zu empfangen und diese an verschiedene im Feldgerät gespeicherte Feldbus-Stacks weiterzuleiten und in diesen abzuarbeiten. Ausgewählt wird derjenige Feldbus-Stack, der Telegramme ordnungsgemäß verarbeiten kann, d.h. mit dem weiterverarbeitbare Nutzdaten aus den Telegrammen extrahiert werden können. Mit diesem ausgewählten Feldbus-Stack erfolgt der weitere Datenaustausch mit dem Feldbus.

Damit ist es möglich, ein busfähiges Feldgerät in einfacher Weise an das auf dem Feldbus verwendete Protokoll anzupassen.

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Feldbussystem der Prozessautomatisierungstechnik in schematischer Darstellung;

Fig. 2 busfähiges Feldgerät;

Fig. 3 Aufbau eines Feldbustelegramms;

Fig. 4 Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 1 ist ein Feldbussystem der Prozessautomatisierungstechnik näher dargestellt das nach dem Foundation Fieldbus Standard arbeitet. An einen Datenbus D1 sind mehrere Leitsysteme bzw. Steuereinheiten (Workstations) WS1, WS2, die zur Prozessvisualisierung, Prozessüberwachung und zum Engineering dienen, angeschlossen. Der Datenbus D1 arbeitet nach dem HSE (high speed ethernet) Standard der Foundation Fieldbus. Über einen Gateway G1, das auch als Linking Device bezeichnet wird, ist der Datenbus D1 mit einem Feldbussegment SM1 verbunden. Das Feldbussegment SM1 besteht aus mehreren Feldgeräten F1, F2, F3, F4, die über einen Feldbus FB miteinander

verbunden sind. Der Feldbus FB arbeitet ebenfalls nach dem Foundation Fieldbus Standard.

In Fig. 2 ist das Feldgerät F1 näher dargestellt. Bei diesem Feldgerät handelt es sich beispielhaft um einen Temperaturtransmitter mit Sensor. Das Feldgerät F1 weist einen Mikrocontroller  $\mu C$  auf, der über einen Analog-Digital-Wandler A/D mit einem Messaufnehmer MA verbunden ist. Zum Bedienen des Feldgerätes und zur Anzeige verschiedener Informationen dient optional eine Anzeige/Bedieneinheit AB die ebenfalls mit dem Mikrocontroller  $\mu C$  verbunden ist.

Als Speicher für Programme und Parameter dienen Flash-, EEPROM und /oder RAM-Speicher. Über eine Feldbusschnittstelle FBS ist der Mikrocontroller  $\mu C$  mit dem Feldbus FB verbunden. Über den Feldbus FB können Feldbustelegramme zwischen den Feldgeräten und den übergeordneten Einheiten WS1 bzw. WS2 ausgetauscht werden.

Fig. 3 zeigt beispielhaft den Aufbau eines Telegramms anhand eines Profibusframes FR1. Der Profibusframe FR1 besteht aus mehreren Datenfeldern; SD3 Startfeld, DA Zieladresse, SA Senderadresse, FC Funktionscode, Daten und FCS Frame-Checksumme. Das Datenfeld Daten kann z. B. Messwerte, Abfragen etc. enthalten.

Nachfolgend ist das erfindungsgemäße Verfahren anhand des in Fig. 4 dargestellten Ablaufdiagramms näher erläutert.

Das Feldgerät F1 empfängt ein Telegramm T1, das nach den Regeln des Foundation Fieldbus aufgebaut ist. Das Telegramm T1 enthält neben den Nutzdaten eine Reihe von Kontroll- und Steuersequenzen entsprechend dem verwendeten Feldbustelegramm (hier Foundation Fieldbus). Dieses Feldbustelegramm T1 wird von der Feldbusschnittstelle FBS nach erfolgreicher CRC-Überprüfung an das Feldbus-Stapelprogramm ST1 weitergeleitet. Bei dem Feldbus-Stapelprogramm ST1 handelt es sich um ein Profibus Stapelprogramm ( Profibus-Stack). Da das Telegramm T1 nach den Foundation Fieldbus Regeln aufgebaut ist, können Nutzdaten aus diesem Telegramm mit

Hilfe des Stapelprogramms ST1 nicht gewonnen werden und somit auch nicht eine Anwendung weitergeleitet werden.

Das Feldbus Stapelprogramm ST1 signalisiert einen Verarbeitungsfehler.

- 5 Daraufhin wird das Stapelprogramm ST2 geladen und das nächste über den Feldbus FB gesendete Telegramm T2 empfangen. Das Telegramm T2 wird an das Stapelprogramm ST2 übergeben und in diesem abgearbeitet. Ist das Stapelprogramm ST2 ein Foundation Fieldbus Stapelprogramm (FF-Stack) so können Nutzdaten aus dem Telegramm gewonnen werden und an die
- 10 entsprechende Anwendung im Feldgerät F1 weitergegeben werden.

Mit Hilfe der Nutzdaten können so im Feldgerät F1 z.B. Diagnoseprogramme gestartet, Messwerte ausgelesen oder Parameterwerte geändert werden.

Bei richtiger Verarbeitung des Telegramms T2 im Feldbus Stapelprogramm ST2 wird dieses Stapelprogramm auch weiterhin verwendet um nachfolgende

- 15 Telegramme T zu lesen bzw. um Telegramme vom Feldgerät F1 aus über den Feldbus zu versenden.

Um eine schnelle Anpassung an das verwendete Busprotokoll zu ermöglichen, ist es sinnvoll, die Reihenfolge der Feldbus Stapelprogramme ST1, ST2, ST3

20 entsprechend ihres Verbreitungsgrades in der Prozessautomatisierungswelt zu wählen. Am Anfang sollten die Stapelprogramme der am weitesten verbreiteten Feldbussysteme stehen.

- Neben einer sequentiellen Abarbeitung von mehreren Telegrammen in
- 25 verschiedenen Stapelprogrammen, ist auch die parallele Verarbeitung eines Telegramms in mehreren Stapelprogrammen denkbar. Dies ist nur eine Frage der Größe der Stapelprogramme und der Größe des Programmspeichers im Feldgerät. Eine parallele Abarbeitung ermöglicht natürlich eine schnellere Anpassung an das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll.

30

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass es leicht an neue Protokolle anpassbar ist. Hierzu muss nur das entsprechende

Stapelprogramm im Feldgerät abgespeichert werden, so dass Telegramme auch mit diesem abgearbeitet werden können.

- Für den Fachmann ist es offensichtlich, dass dieses Verfahren nicht nur bei
- 5 Feldbussystemen sondern bei beliebigen Kommunikationsnetzwerken eingesetzt werden kann, bei denen unterschiedliche Netzwerkprotokolle Anwendung finden.



**Patentansprüche**

1. Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an das auf dem Feldbus verwendete  
5 Feldbusprotokoll,  
mit mehreren im Feldgerät abgespeicherten Feldbus Stapelprogrammen, die zur Gewinnung von Nutzdaten aus Telegrammen verschiedener Feldbussysteme dienen, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- 10
- Empfangen von über den Feldbus gesendeten Telegrammen
  - Übergabe der Telegramme an die Feldbus Stapelprogramme
  - Abarbeiten der Telegramme in den Feldbus Stapelprogrammen
  - Auswahl des Feldbus Stapelprogramms für den weiteren Datenaustausch mit dem Feldbus, das weiterverarbeitbare  
15 Nutzdaten aus mindestens einem Telegramm gewinnt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die empfangenen Telegramme nacheinander an die verschiedenen Feldbus Stapelprogramme übergeben werden.

20

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Telegramm an verschiedene Feldbus Stapelprogramme übergeben wird.

25

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens zwei Feldbus Stapelprogramme im Feldgerät abgespeichert sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei ein Feldbus Stapelprogramm ein Profibus PA Stack oder ein Foundation Fieldbus Stack ist.

30

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Feldgerät ein Temperatursensor ist.

7. Feldgerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

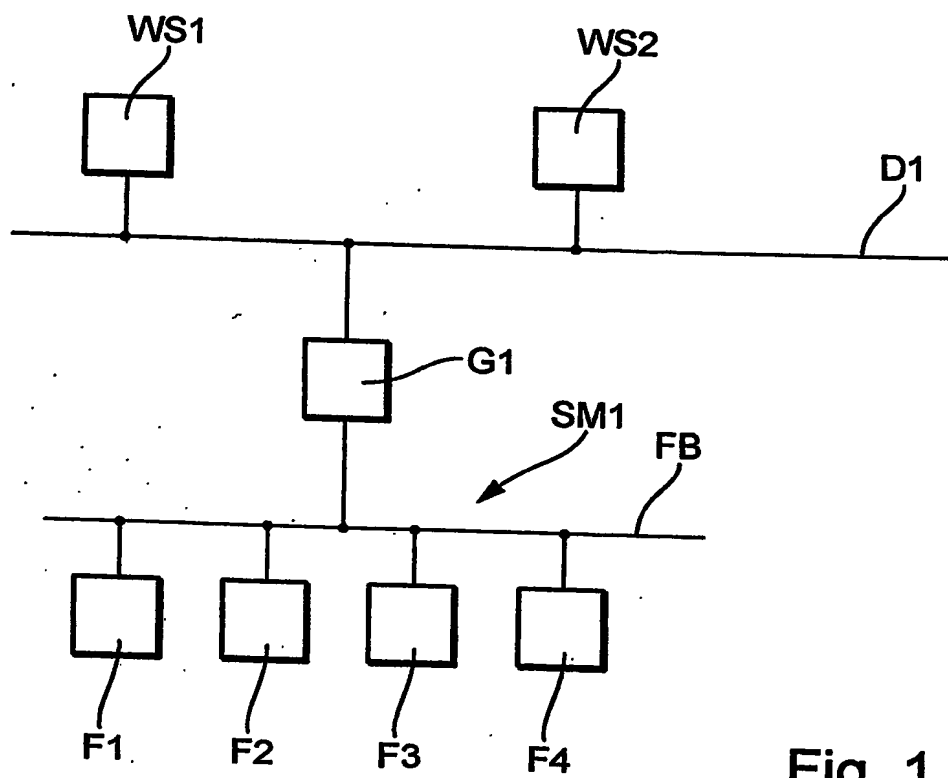


Fig. 1

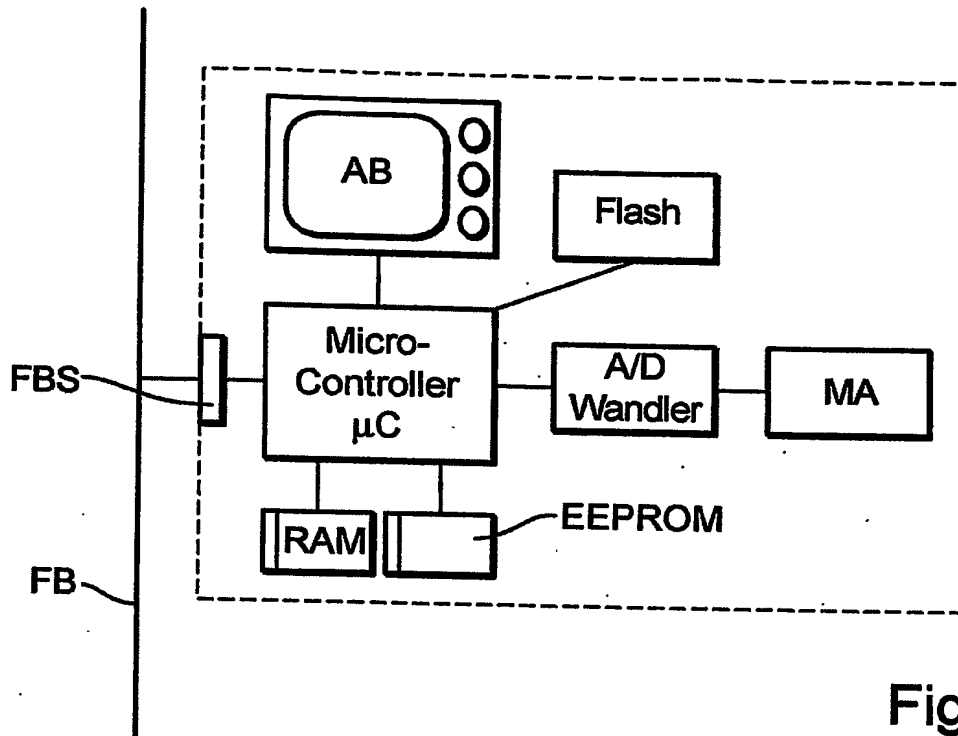


Fig. 2

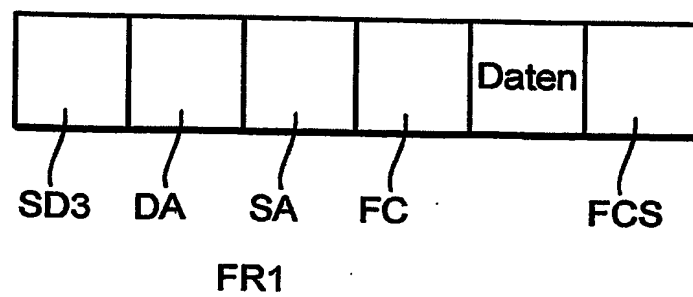


Fig. 3

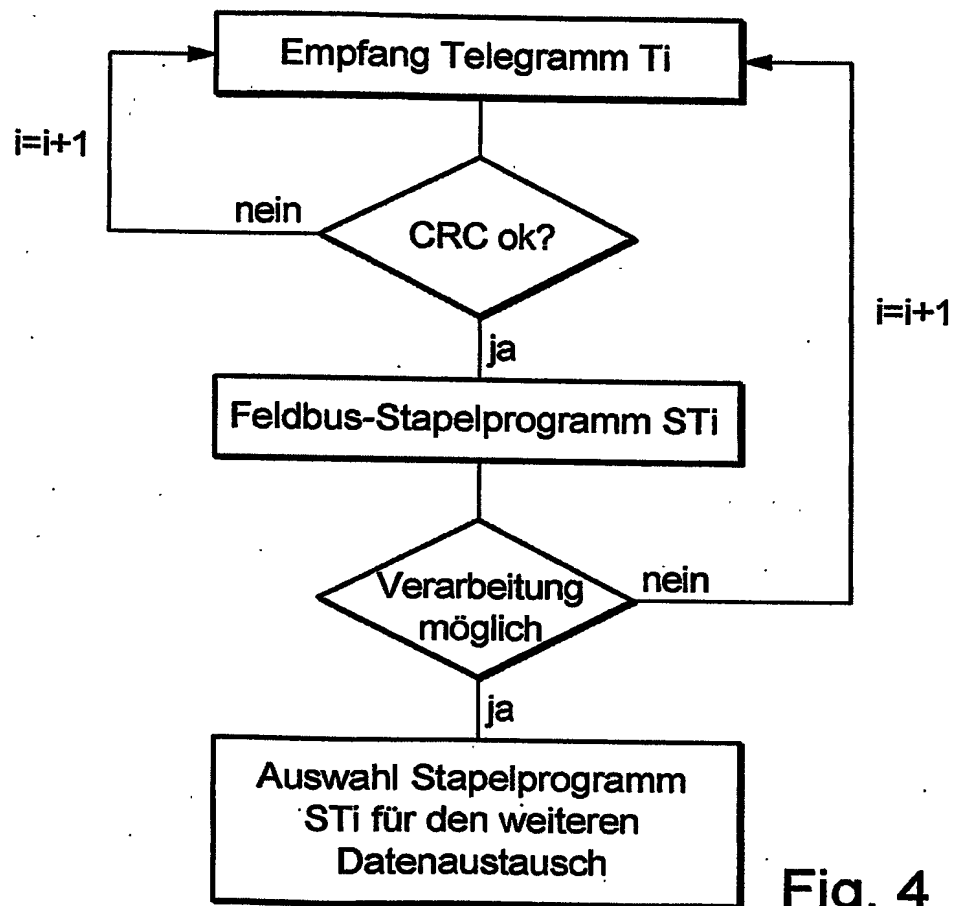


Fig. 4

### **Zusammenfassung**

Bei einem Verfahren zur automatischen Anpassung eines busfähigen Feldgerätes der Prozessautomatisierungstechnik an das auf dem Feldbus verwendete Busprotokoll werden Feldbustelegramme an unterschiedliche Feldbus-Stacks weitergegeben. Für den Datenaustausch mit dem Feldbus wird derjenige Feldbus-Stack ausgewählt, der die Telegramme ordnungsgemäß verarbeitet.

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/007979

International filing date: 16 July 2004 (16.07.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10336035.2  
Filing date: 01 August 2003 (01.08.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 07 February 2005 (07.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse